引用格式：李培楠, 包为民, 姚伟. 工程科学发展战略问题与机制完善. 中国科学院院刊, 2022, 37(3): 317-325.
Li P N, Bao W M, Yao W. Strategic development problems and mechanism improvement in engineering science. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2022, 37(3): 317-325. (in Chinese)

# 工程科学发展战略问题与机制完善

李培楠[1]　包为民[2*]　姚　伟[3]

1 中国科学院科技战略咨询研究院　北京　100190
2 中国航天科技集团有限公司　北京　100048
3 中国空间技术研究院　钱学森空间技术实验室　北京　100094

**摘要**　现代工程体现了多学科融合的特征，是基础科学和工程技术发展的引擎。工程科学源于工程，并服务工程。工程科学和自然科学同属基础研究范畴，是共同支撑工程技术发展进步的基础。文章回顾了工程科学的发展历程，在诠释工程科学内涵、发展阶段与现代特征基础上，分析了我国工程科学的发展需求和突出问题，并参考主要国家发展工程科学的经验和做法，提出了适应我国发展的建议与思考。

**关键词**　工程科学，发展策略，建议与思考

**DOI**　10.16418/j.issn.1000-3045.20220210002



现代工程深刻影响着社会发展进程。工程技术的每一次重大突破，均催生全球性科技革命和产业变革，并产生一批工业强国。“当今世界，新一轮科技革命和产业变革正在重构全球创新版图、重塑全球经济结构。”[1,2]工程科学和自然科学是现代工程的理论基础。随着社会生产力的不断提高，人们开展工程活动的难度和复杂性也随之不断凸显，使现代工程科学不断向系统化、协同化、社会化发展。同时，工程科学不断提升科学研究的复杂性和精密性，逐步向“大科学”模式转变[3-6]，极大增强了人类认识自然的能力。

基于我国国情来看，工程科学几乎涉及国家生产生活的方方面面，支撑着国民经济和国防建设事业的发展，是推动我们全面建设社会主义现代化强国、实现中华民族伟大复兴中国梦的重要基础。但在工程科学研究方面，我国仍然存在着许多短板和不足。2014 年习近平总书记在中国科学院第十七次院士大会、中国工程院第十二次院士大会上指出：“多年来，我国一直存在着科技成果向现实生产力转化不力、不顺、不畅的痼疾。”[7]其中一个主要原因就是工程科学研究相对滞后于现代工业的快速发展。虽然近年来我国基础研究的经费投入不断增加，工业生

*通信作者
资助项目：中国科学院学部咨询项目（2021-ZW02-W-003）
修改稿收到日期：2022年3月11日

产的规模与品种不断扩大，但作为工业发展重要基础的工程科学研究，仍存在许多基本科学原理、科学问题、科学思维和科研范式没有取得明显进步和突破等问题[8]，这已成为我国科技创新链的薄弱环节。2021年习近平总书记在中国科学院第二十次院士大会、中国工程院第十五次院士大会和中国科学技术协会第十次全国代表大会上进一步指出："要大力加强多学科融合的现代工程和技术科学研究，带动基础科学和工程技术发展，形成完整的现代科学技术体系"。

回顾工程科学的发展历程，在充分把握工程科学的内涵、发展阶段与现代特征基础上，从源于工程、服务工程的角度出发，聚焦国家的工程重大需求，借鉴主要国家发展工程科学的经验和做法，探讨工程技术中的共性科学问题。加大对工程科学问题的研究，不断提升我国科技实力和科技创新，这对于我们抓住新一轮科技革命和产业变革机遇，用工程科学推动科技创新、加快建设科技强国、实现高水平科技自立自强具有重要意义。

## 1 工程科学的内涵、发展阶段与现代特征

工程科学是人类在生产实践过程中对改造自然手段方法的知识总结、提炼与升华，在推动生产力发展方面起着最直接的作用。回溯几次工业革命的产生、发展及代表性发明的应用概况，能够为我们准确把握工程科学的内涵、发展阶段与现代特征提供重要依据。

### 1.1 工程科学的内涵

钱学森1947年在浙江大学、交通大学和清华大学所做的"工程和工程科学"讲演和1948年发表的文章中均就工程科学的科学内涵及其重要性予以明确[9,10]。20世纪50年代，钱学森又提出"技术科学"的思想，强调"自然科学、技术科学和工程技术三个知识部门同时并进，相互影响，相互提携"[11,12]。

正如钱学森[13]在《工程与工程科学》中指出："在科学与工程技术之间已经形成了一个独立的学科体系，这就是工程科学。"他认为，自然科学研究的主要目的在于发现和掌握自然界存在和发展的基本规律。相对于自然科学，工程科学是研究工程技术的一般规律，是工程中运用的综合性的知识体系。也就是说，自然科学是一门认识自然的科学，工程科学是利用和改造自然的科学。通过工程科学带动自然科学的发展，不仅能够帮助自然科学获得更多的科学发现、科学原理和技术创造，还能够有效地将自然科学成果转化应用。

### 1.2 工程科学的发展阶段

纵观工业革命的历史进程，工程科学的形成和发展离不开自然科学，并经历相辅相成、互相促进的历史过程。

18世纪60年代，第一次工业革命在英国发生；蒸汽机的发明和使用，使大机器生产成为工业生产的主要方式；自然科学中的科学技术原理被大范围应用并指导人们开展工程活动，这为工程科学的建立提供了重要基础。同时，第一次工业革命的生产实践也催生了热力学这一物理学重要分支学科。在这一时期中，工程科学进入简单机械动力的发展阶段。

19世纪70年代，电力的发明与应用引发了以电力为中心的第二次工业革命。以蒸汽机为主要机械动力的生产方式被电器和内燃机的生产方式所取代，人类进入电气时代。这个时期，各种新技术、新发明层出不穷，并被广泛应用于工业生产中。新兴工业，如电力、石油、化工和汽车等，都要求实行大规模的集中社会化生产。工程科学在大规模的集中社会化生产中得以不断发展完善，工程科学进入近代发展阶段。

20世纪40年代，随着原子能技术、计算机技术的发明和应用，以及人工合成材料、分子生物学和遗传工程、空间技术和海洋技术等高新技术的产生，引发了第三次工业革命。这标志着人类社会从机械化、电

气化的时代进入到另一个更高级的信息化时代。在这一时期中，工程科学进入以信息技术、新材料技术、新能源技术和生命科学技术为基础，以材料、能源、信息一体化发展为标志的现代工程科学的发展阶段。

这些工业革命的技术发明和工程活动案例表明，工程科学的发展不仅能极大提升国家、地区工业的规模和水平。更为重要的是，进入21世纪以来，在新一轮科技革命和产业变革中，国家、地区还可以获得更多自然科学、工程科学和工程技术的新发现、新发明、新理论、新范式和新创造等，并培养出一大批具有创新思维的科学家。通过工程科学带动自然科学的发展具有深远意义。

### 1.3 工程科学的现代特征

如前所述，工程科学是具有丰富科学内涵和技术内容的、同社会生产紧密结合的基础性科学。现代工程科学不断发展吸收其他学科的科学要素和理论精华，主要呈现3个重要特征。

（1）社会化大生产向系统化、协同化发展，决定了工程科学具有系统性特征。工程科学在产生和发展的过程中，始终与生产领域紧密联系，是要解决如何将科学技术应用到生产领域的一系列理论问题。从实践角度来看，工程活动和工业生产中往往涉及大量具有不同特征、不同性质的系统要素。因此，首先需要工程科学对此进行分析和研判，然后用系统科学的理论和方法组织工程活动，最终形成一个符合生产目的、具有特定功能的工程实体。具体来讲，工程师会按工程需求进行系统和全面的分析，提出工程方案的可行性、实现途径和风险化解措施，为工程实施提供科学和有效的方案。用系统工程方法实现整体最优，而不追求单个要素的最优。

（2）时代发展和科技进步使工程科学具备了管理、改进、实施复杂工程的能力，决定了工程科学具有复杂性特征。钱学森[13]在《工程与工程科学》中指出："一个工程科学家提供的服务能够澄清使人高度困惑的工程问题，并且能够被用来避免工程设计中出现更多的错误。"当前，现代工程科学已经进入了以新一轮科技革命和产业变革为依托，向复杂系统开发、组织和运行管理发展的新时期。在这一变化中，传统工程科学的专业理论与实践也在不断发展完善。以现代复杂工程系统的开发与建设为例，现代工程科学往往需要相关研究或工作人员不仅运用前沿技术对复杂系统工程的基本特征做出科学定量研判，还需要通过长期的运行和迭代改进复杂工程系统的开发与建设。

（3）现代工程活动范围和涉及学科领域的不断扩大，决定了工程科学具有综合性、交叉性特征。一个具体的工程活动和工程对象，往往涉及不同的科学领域，早已超出传统的工业领域覆盖范围。因此，既需要联合不同领域的科学家去解决同一个系统工程问题，又要在交叉融合中实现应用创新，形成科学活动、技术活动、社会活动、管理活动、文化活动集于一体的综合体系。例如，由于涉及地质学、水利学、建筑学、电力学、材料学、生态学、经济学、社会学等学科，我国的三峡水利工程是典型的多学科综合交叉创新的产物，从而使这一工程在建成后既符合社会发展需要，又能发挥更大的经济效益。随着工程运行涉及的生态安全和伦理等问题逐渐凸显，人们开始在哲学层面对科学技术的目的和手段进行反思。在工程科学同哲学的交叉融合中，产生了工程哲学这一新的交叉学科[14]；而工程哲学的不断发展，又从理论和认知方面回答了"工程科学是什么""我们需要工程科学去干什么"等问题，从而促进了工程科学的进一步发展。

## 2 工程科学的发展需求及目前存在的突出问题

工程科学是适应现代工程发展要求并从现代科学中分化、独立出来的基础科学研究领域。工程科学将

面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求和面向人民生命健康，聚焦航天、核工业、信息、人工智能、先进制造等国家战略安全基础核心领域，以及类脑智能、量子信息、未来网络、深海空天开发等前沿科技和产业变革领域，布局实施一批重大专项和科研项目，产生一批重大原创科技成果，催生一批新兴未来产业，从根本上解决关键性技术和“卡脖子”技术。只有以工程科学为基础和先导，大力发展原创性工程技术，确保关键核心技术自主可控，才能够摆脱西方国家的制约，实现高水平科技自立自强，真正成为工程强国，从而助力我国从大国向强国迈进。通过自然科学、工程科学和制造基础的协同发展，支撑国家重大科技工程和科技强国建设。

总体上看，我国在不同阶段针对制约科技发展的关键问题，从急起直追、填补国内空白到在国际上占有一席之地，逐渐奠定了我国的科技基础。特别是党的十九大以来，我国大力加强多学科融合的现代工程和技术科学研究，充分发挥新型举国体制的优势，大力支持周期长、风险大、难度高的战略性科学计划和科学工程。在《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》（以下简称《“十四五”规划和2035年远景纲要》）中，明确提出强化国家战略科技力量，“在事关国家安全和发展全局的基础核心领域，制定实施战略性科学计划和科学工程”。

2021年，我国在研发方面投入的资金达到2.79万亿元人民币，研发投入增速比上一年加快4个百分点，基础研究经费比2020年增长15.6%[①]，特别是在空间探测、核物理、量子科学、生物工程等多个原始创新领域取得了新的突破。然而，目前我国科技水平与美国仍有明显差距，缺乏原始创新，高端器件和装备几乎全部依赖进口，在核心软件、关键器件和基础材料等方面频频被“卡脖子”，严重威胁国家安全和经济发展。更为重要的是，我国缺乏前沿技术或颠覆技术创新，尚未形成引领未来的科技能力。现有科技计划仍未解决基础研究和应用研究相对割裂的问题，主要表现在3个方面。

（1）*在战略层面，缺少面向国家重大需求的顶层设计和规划，基础研究布局重视自然科学和交叉科学，但对工程科学的布局比较薄弱。*“成熟一个启动一个”的自底向上的专项设立模式，容易造成“烟囱林立”和“木桶效应”。国家科技战略规划和资源配置体制机制亟待完善，对创新驱动发展战略的顶层设计及重大任务的路线图和时间表有待进一步制定和明确。

（2）*在实施层面，短期内贯通基础前沿到应用示范，客观上会急功近利，削弱基础研究的支持力度，缺乏对基础科学问题和关键性、颠覆性技术的长期持续攻关，存在基础夯不实、打不牢的问题。*如：基础研究的财政投入力度不够、支出结构有待进一步优化，对基础研究的优惠政策不够完善，缺乏社会捐赠和基金机制等多渠道投入，支持基础研究的投入机制不够持续稳定。

（3）*在科技攻关方面仍需强化问题导向。在对国家发展战略、提高人民生活水平等方面最紧急、最紧迫的研究领域上，缺乏应对突发性事件的科技支撑能力。*特别在当今世界经济陷入低迷、新冠肺炎疫情影响广泛深远的日趋复杂的国际环境下，我国在石油天然气、基础原材料、高端芯片、工业软件、农作物种子、科学试验用仪器设备、化学试剂等关键核心技术上有待进一步突破。

与此同时，在向工业化、市场化、信息化、社会化、生态化发展的过程中，对我国大力发展工程科学、服务于全面建设现代化社会主义强国提出了更高

① 国家统计局. 2021年我国R&D经费为2.79万亿 与GDP之比达2.44%. (2022-01-26)[2022-03-03]. http://www.stats.gov.cn/xxgk/sjfb/zxfb2020/202201/t20220126_1827037.html.

要求。工程科学发展到今天，所具有的交叉性和综合性的特征，要求我们必须关注和支持相关领域学科，使工程科学更加适应时代发展、更加符合我国社会主义初级阶段基本国情，树立新时代工程观，贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，需要结合哲学、人文、社会等学科对工程活动进行综合考量和评判，为我们能够有效避免在开展工程活动中出现的相关社会问题提供重要思想和理论指导。

## 3 工程科学发展计划的国际经验

根据国情和实际的需要，国际上各主要国家和地区重点部署新工程技术、新产品的前期探索研究（即竞争前的研究），制定实施了一系列工程科学相关战略规划，并列入国家整体科技发展战略规划之中。

从美国、欧盟、英国、俄罗斯、日本等世界主要国家和地区在工程科学相继发布的发展战略规划（计划）来看（表1）：一些规划（计划）是多国家联合制定的，如英国、德国、法国、荷兰、瑞典、丹麦、捷克等20多个国家共同制定的《欧盟研究基础设施路线图》；一些规划（计划）是通过一些具体职能部门来发布的，如美国国防部发布的《竞争时代国防部技术愿景》、美国国土安全部发布的《人工智能/机器学习战略计划》等。总体上看，这些规划（计划）基本上都涉及工程科学的最前沿和新兴的技术与方向，对保持主要国家和地区的全球领先地位起到了重要的推动作用。

表1　世界主要国家和地区近期发布的工程科学发展战略规划（计划）

Table 1　Strategic planning (plan) in engineering science recently released by major countries

| 国家（地区） | 发布时间 | 战略规划（计划）名称 |
|---|---|---|
| 美国 | 2022年 | 《美国创新技术与国家安全》 |
| | 2022年 | 《竞争时代国防部技术愿景》 |
| | 2021年 | 《“人工智能与数据加速”计划》 |
| | 2021年 | 《人工智能/机器学习战略计划》 |
| | 2020年 | 《美国国防太空战略概要》 |
| | 2020年 | 《保持美国创新优势2020》 |
| | 2018年 | 《国家航天战略》 |
| | 2018年 | 《国家太空政策》 |
| | 2018年 | 《美国机器智能国家战略》 |
| | 2018年 | 《先进制造业美国领导力战略》 |
| | 2018年 | 《数字工程战略》 |
| | 2015年 | 《美国创新新战略》 |
| | 2015年 | 《国防2045：为国防政策制定者评估未来的安全环境及影响》 |
| | 2013年 | “推进创新神经技术脑研究计划” |
| | 2011年 | “材料基因组计划” |
| 欧盟 | 2021年 | 《欧盟人工智能协调计划2021年修订版》 |
| | 2020年 | 《欧洲新工业战略》 |
| | 2018年 | 《欧盟研究基础设施路线图》 |
| | 2016年 | 《欧洲航天战略》 |
| | 2014年 | 欧盟“地平线2020”计划 |
| 德国 | 2013年 | 《保障德国制造业的未来：关于实施“工业4.0”战略的建议》 |
| 英国 | 2022年 | 《英国国防太空战略：太空领域作战》 |
| | 2021年 | 《英国国家人工智能战略》 |
| 俄罗斯 | 2020年 | 《2035年前俄联邦北极地区发展和国家安全保障战略》 |
| | 2019年 | 《“时代”军事创新科技园科技发展战略》 |
| | 2016年 | 《2016—2025年俄罗斯联邦航天规划》 |
| 日本 | 2021年 | 《半导体数字产业战略》 |
| | 2018年 | 《日本第四期中长期发展规划》 |

特别是当前，面对中美竞争态势，美国拜登政府大幅增加基础研究投入，美国众议院提出《美国国家科学基金会（NSF）未来法案》，将大幅增加经费并成立“科学与工程解决方案”新部门，强化自然科学与工程科学的交叉融合，促进美国国家科学基金会解决社会实际问题。这也是美国发展工程科学战略举措的典型例子。

实践表明，这些国家和地区制定国家层面的发展战略规划（计划），为本国（地区）工程科学的发展提供了重要资助和支持。这些规划的内容有 4 个方面的特点。

（1）工程科学发展战略规划（计划）的制定和实施采取系统全链条式管理模式。为了减少相关规划（计划）从制定到实施过程的不必要环节，各国（地区）负责规划和路线图制定的相关机构同时也担负着对工程科学的协调或管理职责，使国家重点实施的相关工程科学项目从纳入路线图、批准到资助，再到设计、建设、运营、结束的全过程（全周期）都能够在相关机构的监督和管理下顺利进行。同时，这些机构往往建立了对工程科学的发展规划（计划）的监测、评估及定期更新的机制，以保证其制定和实施的科学有效性。

（2）工程科学发展战略规划（计划）的制定和实施具有长期性和连续性。根据各国实际国情，在国家优势领域上重点布局，基于当前国家的科技实力、科研背景、政府愿景和国内外面临的复杂形势和挑战，制定工程科学优先发展方向。并在实施过程中，对优先发展方向进行长期稳定的支持。

（3）工程科学发展战略规划（计划）的制定强化专家参与的咨询模式。各国（地区）在制定这些规划、计划的同时，吸纳广泛的利益相关方参与到决策、管理和监测评估工作中，邀请来自不同机构和不同领域的专家参与其中，吸收并采纳各领域各学科相关方面的意见，使制定的规划（计划）更能兼顾各方利益、实施和运行更为科学合理。

（4）工程科学发展战略规划（计划）的制定兼顾科学性与风险性。各国（地区）相关机构或部门筛查和选择工程规划（计划），首先考虑的是入选的规划（计划）是否能够实现重大科技突破和解决现实问题；其次兼顾考虑经济效益和技术风险。

## 4 建议与思考

根据《“十四五”规划和2035年远景纲要》中关于加快建设世界科技强国、强化国家战略科技力量、全面塑造发展新优势等要求，针对我国工程科学发展的突出问题，从宏观政策和发展战略出发，提出 3 点建议。

（1）将工程科学纳入《基础研究十年规划》，融合发展自然科学和工程科学，有机构成我国战略性基础研究体系。2021 年习近平总书记在中国科学院第二十次院士大会、中国工程院第十五次院士大会和中国科学技术协会第十次全国代表大会上指出：“现代工程和技术科学是科学原理和产业发展、工程研制之间不可缺少的桥梁，在现代科学技术体系中发挥着关键作用。”应在《基础研究十年规划》中加大对工程科学的支持力度，强化问题导向，针对国家战略需求和全球重大挑战，部署工程科学项目；促进自然科学和工程科学有机融合、协同发展、互为支撑，催生原始创新和颠覆性技术；解决高端科学仪器、工程母机、工业软件等“卡脖子”问题；激励企业开展工程科学基础研究、技术创新、成果转化、产业化等全链条科技创新活动，夯实企业创新主体地位。

（2）以国家重大科技专项为牵引，优先布局事关国家科技安全的工程科学，支撑我国科技强国建设。工程实力是国家的脊梁和基石，是推动经济增长的“倍增器”。工程科学直接支撑国民经济和国防建设，是全面建设社会主义现代化强国的基础。以国家重大科技专项为牵引，聚焦事关国家科技安全和

发展全局的核心领域，加大对工程科学投入力度。鼓励“勇闯无人区”甚至“发现无人区”，为培育原始创新和新兴产业提供坚实的理论基础，通过“跨代”“换道”等方式，从“跟跑”转变为“领跑”，实现高水平科技自立自强，助力我国从大国向强国迈进。

（3）在重大科技工程实施中，针对基础性问题，布局自然科学和工程科学研究，并建立长效稳定、滚动发展的支持机制。未来我国国家重大科技工程将面临“无人区”挑战，无国际成功经验可以借鉴，需要突破一系列基础性问题。需充分发挥我国新型举国体制优势，围绕重大科技工程实施，布局自然科学和工程科学研究，组织国内优势力量协同攻关；并建立长效稳定、滚动发展的支持机制，对取得阶段性重大科技成果，要简化立项程序，直接滚动持续支持。

（4）在重大科技工程实施过程中加大开放力度，汇聚全球科技资源，提升我国国际影响力。面对深空、病毒、灾害等全球共同挑战，实施国际化的重大科技工程，深化全球合作；从重大科技工程中提炼基础科学问题并向全球发布，邀请各国科学家共同参与研究，加大开放合作力度，提升我国国际影响力。

**致谢** 由衷感谢韩杰才、雒建斌、王赤、王巍、孙昌璞、江松、邓小刚、杨元喜、刘明、王怀民、吴朝晖、周志成、侯晓、陆军、杨小牛、包信和、陈泓、孟松鹤、何永勇、范全林、白青江、王学锋、傅立斌、王鑫、王裴、楼良盛、李泠、吴俊杰、翁沈军、仲小清、董晓琳、安达、许守任、郑仕链等院士和专家给予的指导和宝贵建议。

## 参考文献

1 习近平. 努力成为世界主要科学中心和创新高地. 求是, 2021, (6): 4-11.
Xi J P. Strive to be the world’s leading science center and innovation highland. Qiushi, 2021, (6): 4-11. (in Chinese)

2 匡光力, 汪文强. 聚焦我国大科学工程发展问题的管理建议. 科学与社会, 2021, 11(1): 1-11.
Kuang G L, Wang W Q. Management proposals focusing on the development issues of the large scientific facility project in our country. Science and Society, 2021, 11(1): 1-11. (in Chinese)

3 Price D J D. Little Science, Big Science. New York: Columbia University Press, 1963.

4 陶迎春, 胡业生. 小科学与大科学关系视角下的美国科学. 科学学研究, 2012, 30(5): 660-666.
Tao Y C, Hu Y S. Discussed the American science in the perspectives of relationship between little and big science. Studies in Science of Science, 2012, 30(5): 660-666. (in Chinese)

5 刘恕. 周光召：细说大科学和小科学. 科技信息, 2005, (1): 32.
Liu S. Great science & little science. Scientific and Technological Information, 2005, (1): 32. (in Chinese)

6 蒲慕明. 大科学与小科学. 世界科学, 2005, (1): 4-6.
Pu M M. Big science and little science. World Science, 2005, (1): 4-6. (in Chinese)

7 中共中央文献研究室. 习近平关于科技创新论述摘编. 北京: 中央文献出版社, 2016: 62.
Party Literature Research Office of the CPC Central Committee. Excerpts from Xi Jinping’s Discussion on Scientific and Technological Innovation. Beijing: Central Literature Publishing House, 2016: 62. (in Chinese)

8 孙海鹰. 现代工程和技术科学带动基础科学新发现和应用发展. 科技中国, 2022, (1): 23-27.
Sun H Y. Modern engineering and technical science drive the development of new discoveries and applications in basic science. China Scitechnology Think Tank, 2022, (1): 23-27. (in Chinese)

9 张培富, 李海涛. 一种基于工程师的科学体制化研究何以可能. 自然辩证法通讯, 2021, 43(7): 85-91.
Zhang P F, Li H T. How it to be: A scientific institutionalized research based on engineers. Journal of Dialectics of Nature, 2021, 43(7): 85-91. (in Chinese)

10 吕成冬. 他日归来：钱学森的求知岁月. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2019: 277.

Lü C D. Return in the Future: Qian Xuesen's Years of Seeking Knowledge. Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Press, 2019: 277. (in Chinese)

11 钱学森. 论技术科学. 科学通报, 1957, 2(3): 97-104.
Qian X S. Technological science. Chinese Science Bulletin, 1957, 2(3): 97-104. (in Chinese)

12 钱学森. 技术科学中的方法论问题. 自然辩证法研究通讯, 1957, (1): 33-34.
Qian X S. Methodological issues in technological science. Journal of Dialectics of Nature, 1957, (1): 33-34. (in Chinese)

13 钱学森.工程和工程科学. 力学进展, 2009, 39(6): 643-649.
Qian X S. Engineering and engineering sciences. Advances in mechanics, 2009,39(6):643-649. (in Chinese)

14 李伯聪. 工程科学的对象、内容和意义——工程哲学视野的分析和思考. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2020, 12(5): 463-471.
Li B C. Object, Contents and significance of engineering sciences: Analysis and thinking from perspective of philosophy of engineering. Journal of Engineering Studies, 2020, 12(5): 463-471. (in Chinese)



# Strategic Development Problems and Mechanism Improvement in Engineering Science

LI Peinan[1] BAO Weimin[2*] YAO Wei[3]

( 1 Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;
2 China Aerospace Science and Technology Corporation, Beijing 100048, China;
3 Qian Xuesen Laboratory of Space Technology, China Academy of Space Technology, Beijing 100094, China )

**Abstract** Modern engineering embodies the characteristics of multi-disciplinary integration and is the engine for the development of basic science and engineering technology. Engineering science comes from engineering and serves engineering. Engineering science and natural science both belong to the category of basic research and are the basis of jointly supporting the development and progress of engineering technology. To this end, this paper reviews the development process of engineering science, and on the basis of fully grasping the and the connotation, development stage and modern characteristics of engineering science, draws on the experience and practices of major countries in the development of engineering science, and proposes policy recommendations for resolving the outstanding problems and deficiencies in the current development of engineering science.

**Keywords** engineering science, development strategy, thoughts and suggestions



**李培楠** 中国科学院科技战略咨询研究院副研究员。长期关注科技决策咨询体系、科技智库等领域的研究。主持参与中国科学院学部咨询项目、国家高端智库理事会、科学技术部专项、中央网信办重点项目、国家自然科学基金应急管理项目等多项国家级重要科研课题。在国内外核心期刊发表多篇学术论文。E-mail: lipeinan@casisd.cn

**LI Peinan** Associate Professor of Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CAS). Her main research interest covers consulting system of S&T policy-making, S&T think tank. She has chaired and undertaken important national funded programs such as Major Consulting Project Supported by CAS and Chinese Academy of Engineering (CAE), National High-end Think Tank Council, Special Program of Ministry of Science and Technology, Emergency Program of National Natural Science Foundation of China (NSFC).

E-mail: lipeinan@casisd.cn

*Corresponding author



**包为民**　中国科学院院士，国际宇航科学院院士。中国航天科技集团有限公司科技委主任。第十届中国科协副主席，十一、十二、十三届全国政协委员，中国科学院主席团成员，国际宇航科学院主席团成员、工程学部主席，中国惯性技术学会理事长。长期从事航天运载器总体及控制系统领域的研究工作，先后参加了多型航天器的控制系统的研制，为中国航天运载器发展解决了一系列技术难题，是中国航天运载器总体及控制系统领域的学术带头人和国防科技工业有突出贡献的中青年专家。E-mail: baoweimin@cashq.ac.cn

**BAO Weimin**　Academician of Chinese Academy of Sciences (CAS) and the International Academy of Astronautics. He is currently the Director of the Science and Technology Commission of China Aerospace Science and Technology Corporation, Vice Chairman of the 10th Chinese Association for Science and Technology, Member of the 11th, 12th, and 13th Chinese People's Political Consultative Conference (CPPCC) National Committee, Member of the Presidium of CAS, Trustee of the Board and the Chair of the Engineering Sciences Section of the International Academy of Astronautics, and the President of Chinese Society of Inertial Technology. He has been engaged in the research work of system design and control system of spacecraft for a long time. He has participated in the development of control system of multi-type launch vehicles successively. He has solved a series of technical problems for the development of spacecraft in China. He is the academic leader in the field of overall and control systems of Chinese spacecraft and one of the young and middle-aged experts with outstanding contributions to the national defense science and technology industry. E-mail: baoweimin@cashq.ac.cn



■责任编辑：张帆